



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jari Loukasmäki

KONEISTAMON LAYOUT

MK-Koneistus Oy

Kone ja tuotantotekniikka
2016

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jari Loukasmäki
Opinnäytetyön nimi	Koneistamon layout
Vuosi	2016
Kieli	suomi
Sivumäärä	35 + 6 liitettä
Ohjaaja	Pekka Ketola

Opinnäytetyö tehtiin vaasalaisen MK-Koneistus Oy:n tarpeisiin. MK-Koneistus Oy on koneistusalan erikoisyritys, joka on erikoistunut teollisuuden varaosien ja vaikeasti valmistettavien prototyyppien valmistukseen. Työn tavoitteena oli luoda selkeä tuotannon layout-suunnitelma sekä selkeyttää valmistuksen materiaalivirtauksia. Yrityksen suunnitelmissa on sopeuttaa nykyinen pienentynyt työmäärä nykyistä hieman pienempiin työtiloihin, karsimalla konekanta, sekä tuotantotilojen selkeyttämisellä.

Työ aloitettiin yrityksen tuotantotiloihin ja konekantaan tutustumalla, sekä haastatteleamalla yrityksen omistajaa tuotantoon liittyvistä asioista. Työn aikana paneuduttiin yrityksen ongelmakohtiin ja selvitettiin mitä layout-suunnitelmalla pitäisi saavuttaa. Teoriaosuudessa tutkittiin eri layout-malleja ja perehdyttiin niiden tuotantoon soveltuvuutta. Teoriaosuudessa käsiteltiin myös Lean-ajattelutapaa ja 5S-menetelmää koneistusyrityksen näkökulmasta.

Lopputuloksena saatiin luotua MK-Koneistus Oy:lle selkeät, toteutettavissa olevat layout-suunnitelmat materiaalivirtauksineen tehostamaan yrityksen työn tehokkuutta.

ABSTRACT

Author	Jari Loukasmäki
Title	Machine Shop Layout
Year	2016
Language	Finnish
Pages	35 + 6 Appendices
Name of Supervisor	Pekka Ketola

This thesis was carried out for the needs of Oy MK-Koneistus Ltd. MK-Koneistus Ltd. is a machine shop and is specialized for manufacturing of spare parts and prototypes that are difficult to produce. The objectives in this thesis was to create a clear production plant layout, as well to clarify the material flows and thereby clarify the manufacturing processes. The company plans to reduce the room of their facility, to meet the workloads of today's operations.

The thesis was initiated by exploring the company's production facility, machines, operations and interviewing the owner of the company. During the work, the focus was in the of company's production methods and what the new facility layout should contain and what the company should achieve with it. The theoretical part was started by studying various layout designs and their suitability to the production. The theoretical part also discussed the lean manufacturing and 5S workplace organization method from the company's point of view.

As a result, feasible layout plans with material flows were developed for the company to enhance the effectiveness of its production processes.

Keywords	Layout, layout planning, material flow, effectiveness, lean manufacturing
----------	---

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Yritysesittely	8
1.2	Yrityksen ongelma	8
1.3	Työn rajaukset.....	8
2	YRITYKSEN TARPEIDEN KARTOITUS.....	10
2.1	Rajoittavat tekijät	10
2.1.1	Tilat	10
2.1.2	Nosturin sijainti.....	10
2.1.3	Koneiden koko ja sijainti	11
2.1.4	Tuotantomuoto	11
2.2	Tuotantotilojen yleinen järjestys.....	11
2.3	Ratkaisut suunnittelutyön aloittamista varten	12
3	LAYOUT-SUUNNITTELU	13
3.1	Työnkulun huomioiminen layout-suunnittelussa.....	13
3.2	Layout-suunnittelun tavoitteet	13
3.3	Layout-tyypit.....	14
3.3.1	Funktionaalinen layout.....	14
3.3.2	Tuotelähtöinen layout.....	15
3.4	Layoutin valinta	16
4	LEAN JA 5S TUOTANNOSSA	17
4.1	Tehokkuusparadoksi	17
4.2	Lean.....	19
4.2.1	Virtaustehokkuus	20
4.2.2	Prosessit	20
4.2.3	Pullonkaulat	21
4.2.4	Jatkuva parantaminen.....	22
4.2.5	Just-In-Time ja Jidoka.....	23

4.3	5S	24
4.3.1	5S-portaat	25
5	LAYOUTIN SUUNNITTELU	28
5.1	Työn aloitus	28
5.2	Ohjelmistot	28
5.2.1	Microsoft Excel	28
5.2.2	Autodesk Factory Design Suite	30
5.3	Layout-mallin valinta	30
5.4	Layoutin suunnittelu	30
5.5	Materiaalivirtaukset	32
5.6	Materiaalivarasto	32
5.7	Käytävät	33
5.8	Työkaluhyllyt	33
5.9	Kokoonpanotila	33
6	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	35

LIITTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Funktionaalinen layout	14
Kuvio 2. Solulayout	15
Kuvio 3. Tuotantolinjalayout	16
Kuvio 4. Tehokkuusparadoksin selitys	19
Kuvio 5. Demingin ympyrä	23
Kuvio 6. Sorvausprosessin materiaalivirtaukset	32
Taulukko 1. Koneiden asennuksen pinta-alatarve	29

LIITELUETTELO

LIITE 1. Yrityksen layout-suunnitelma 1

LIITE 2. Yrityksen layout-suunnitelma 1:n materiaalivirrat

LIITE 3. Yrityksen layout-suunnitelma 2

LIITE 4. Yrityksen layout-suunnitelma 2:n materiaalivirrat

LIITE 5. Yrityksen layout-suunnitelma 3

LIITE 6. Yrityksen layout-suunnitelma 3:n materiaalivirrat

1 JOHDANTO

1.1 Yritysesittely

MK-Koneistus Oy on Markku Korpelan vuonna 1996 perustama koneistusalan yritys. Vaasassa, Pohjanmaalla sijaitsevan yrityksen toiminta on keskittynyt teollisuuden prototyyppien ja muiden vaikeasti valmistettavien komponenttien valmistukseen, sekä korjauskoneistukseen. Yritys valmistaa ja suunnittelee kokoonpanovälineitä sekä tuotannon aputyökaluja eri teollisuusaloilla toimivien yritysten tarpeisiin. Yritys myös antaa koneistukseen liittyvää konsultaatiota.

Yrityksellä on 7000 m² tontilla 840 m² toimitilat, jotka jakaantuvat tuotantotiloihin, sosiaalitiloihin sekä varastointitiloihin. Yrityksen konekanta koostuu tällä hetkellä 20 erilaisesta koneistuskoneesta, jotka on sijoitettu 370 m² tuotantotiloihin. Yrityksellä ei ole omistajan lisäksi palkattua henkilökuntaa.

1.2 Yrityksen ongelma

Yrityksen tavoitteena on sopeuttaa konekanta ja tuotantotilat vastaamaan nykypäivän työkuormaa. Yrityksen suunnitelmana on aloittaa tuotantotilojen uudistusprojekti, jossa tarkoituksena on pienentää tuotantotilaa 100 m², jolloin osaa yrityksen toimitiloista voitaisiin vuokrata toisille osapuolille. Yrityksen konekanta karsitaan luopumalla koneista, jotka eivät enää palvele yrityksen nykyisiä työtilauksia. Koneiden lukumäärä on tarkoitus laskea 16 koneeseen. Koneiden sijoittelu on yrityksessä tällä hetkellä sekava, koska koneita on asennettu tiloilleen sitä mukaa kun niitä on hankittu.

Tuotantotilojen uudistusprojektiinsa yritys tarvitsee ensimmäisenä layout-suunnitelman, jossa koneiden ja tuotantolaitteiden sijoittelussa otettaisiin mahdollisuuksien mukaan huomioon mm. nykyaikainen lean-ajattelu.

1.3 Työn rajaukset

Tässä työssä keskitytään yrityksen tuotantotilojen layoutin suunnitteluun ja yleisiin parannusehdotuksiin, joiden pitäisi johtaa tilojen selkeytymiseen. Tarkoituksena on

suunnitella 2-3 erilaista layoutia 2D-muodossa, joista yhdessä yrityksen omistajan, Markku Korpelan kanssa valitaan parhaiten käyttöön sopiva. Layoutiin ei piirretä hyllyjä eikä työkalukaappeja, koska niiden paikan katsoo yrittäjä ottaessaan käyttöön 5S-menetelmää.

Suurimmat rajoitukset työn toteuttamiselle antavat tuotantotilojen pieni koko, sekä töiden vaihtelevuus, koska yritys ei valmista suuria sarjoja, vaan tuotanto on pääasiassa yksittäiskappaleiden valmistusta.

2 YRITYKSEN TARPEIDEN KARTOITUS

Yrityksen tarpeita lähdettiin kartoittamaan tutustumalla yrityksen tuotantotiloihin. Yrittäjä kertoi, että koneiden sijoittelussa ei ollut käytetty aiemmin mitään suunnitelmaa ja kone on aina asennettu sinne missä sen hankintahetkellä on sille tilaa löytynyt. Tämä on johtanut siihen, että tuotanto on ollut kovin hajautettua ja materiaaleja on jouduttu liikuttelemaan edestakaisin tuotannon aikana. Myöskään kunnollisia selkeitä reittejä materiaalin siirtelyyn ei nykytilanteessa ollut pystytty muodostamaan, koska tilat olivat tukkeutuneet konemäärän kasvaessa. Yrittäjä kuvailikin nykytilannetta sanoin ”koneet ovat kuin taivaasta tipahtaneet”.

2.1 Rajoittavat tekijät

Yrityksen tuotantotiloissa todettiin todella monta työhön vaikuttavaa rajoittavaa tekijää, joista osa tulisi olemaan ratkaisevassa roolissa kun layoutia aletaan suunnittelemaan.

2.1.1 Tilat

Heti alkuvaiheessa todettiin, että koneiden sijoittelusta tulee haastavaa, koska tuotantotilojen koko on todella rajallinen konemäärään nähden. Yrittäjä kertoi että hän aikoo vähentää 4 vähimmällä käytöllä olevaa konetta samalla kun tuotantotilojen uudistusprojekti alkaa. Konemäärän vähentäminen todettiin muutenkin välttämättömäksi toimenpiteeksi, jos tuotanto pitäisi saada mahtumaan nykyisiä pienempiin tiloihin ja saada kokonaisuus toimivaksi ratkaisuksi. Todettiin, että tilojen koko tulisi valitettavasti näyttelemään suurinta osaa suunnitelmaa tehdessä.

2.1.2 Nosturin sijainti

Koneiden sijoittelusta johtuen, yrityksen tuotantotiloissa oli keskeisellä paikalla akselinsa ympäri pyörivä puominosturi. Nosturin sijainti todettiin todella rajoittavaksi tekijäksi, jos se jää nykyiselle paikalleen. Koneet täytyisi yrittää sijoittaa nosturin toimintaetäisyydelle, jolloin niiden pitäisi sijaita keskellä hallia. Tämä ratkaisu esittäisi suunnitelman että keskellä hallia kulkisi käytävä, jonka kautta materiaalivirtoja on helppo operoida.

2.1.3 Koneiden koko ja sijainti

Yrityksen konekantaan kuuluu suurikokoinen ja painava aarpora (avarruskone), jonka siirtäminen todettiin haasteelliseksi tehtäväksi. Yrittäjä kertoi että kone on oikeastaan niillä sijoillaan mihin se kuljetuksen jäljiltä saatiin sijoitettua, koska konetta on sen koon ja painon takia mahdoton liikuttaa ilman erikoisvälineitä. Ei myöskään oltu varmoja, onko lattian kantavuus riittävä koneen siirtämiseksi muualle, koska koneen nykyisessä paikassa oli sille lattiaan tehty vahvistettu peti.

Yrityksellä on myös myöhemmin valmistuneessa lisäsiivessä yksi työstökone, joka on nostettu paikoilleen kun rakennuksen kattoa ei ollut vielä asennettu. Konetta ei pystytty siirtämään nykyisestä tilastaan ilman muutoksia tilojen rakenteisiin, joten se on jätettävä nykyiselle paikalleen.

2.1.4 Tuotantomuoto

Yritys ei valmista sarjatuotantoa, vaan on keskittynyt prototyyppien ja muiden haasteellisten erikoisratkaisujen ja piensarjojen koneistamiseen. Yrityksen toimintamuodon todettiin asettavan rajoituksia koneiden sijoittelulle ja layoutia suunniteltaessa täytyisikin ottaa huomioon minkä tyyppistä sijoittelua koneille harkitaan.

2.2 Tuotantotilojen yleinen järjestys

Koska tuotantotilat olivat nykyisellään sekavat, oli se johtanut siihen että yleinen järjestyskin oli sekaisin. Yrittäjä kyllä pyrki pitämään päivittäin siisteyttä yllä, mutta kertoi sen olevan todella hankalaa, koska tavaraa on joka puolella, eikä joka paikkaan pääse siivoamaan lastujakaan lattialta. Tilan ahtauden, sekä siitä johtuvan lattialla risteilevien paineilmaletkujen ja sähköjohtojen todettiin olevan myös työturvallisuusriski, joten parempi järjestys olisi työturvallisuudenkin kannalta toivottavaa.

2.3 Ratkaisut suunnittelutyön aloittamista varten

Sovimme, että lähdemme etenemään siten, että yrityksen uusi tuotantotila mallinetaan ja tehdään 2-3 erilaista 2D-layoutia joihin sijoitetaan 16 yritykseen jäävää tuotantokonetta.

Keskelle päätuotantotilaa tulisi jättää niin leveä käytävä, että sitä pitkin materiaaleja ja valmiita kappaleita pystyisi siirtelemään yrityksen trukilla hallin päästä päähän. Koska aarporaa joudutaan joka tapauksessa, sen sijainnin takia siirtämään, sovittiin, että lattian kantavuus selvitetään ja tehdään yksi suunnitelma siten, että kone on kokonaan eri paikassa.

Hallin keskellä oleva puominosturi purettaisiin uudessa ratkaisussa ja yritys investoisi koko tilan kattavaan siltanosturiin, jolla materiaaleja, koneiden osia ja tuotteita pystyttäisiin helposti siirtelemään ilman nosturin toimintasäteestä aiheutuvia rajoittavia tekijöitä. Tämä ratkaisu mahdollistaisi sekä halutunlaisen pohjaratkaisun että helpottaisi sorvien raskaiden pakkojen vaihtotyötä.

Yrityksessä otettaisiin myös uuden layoutin myötä käyttöön lean-ajattelutapa tuotannon järjestelyssä kaiken turhan tekemisen poistamiseksi tuotannossa, sekä 5S-menetelmä siisteyden ja järjestyksen ylläpitämiseksi.

3 LAYOUT-SUUNNITTELU

Tuotannon layout-suunnittelulla tarkoitetaan sitä, miten tuotantotila on järjestetty: miten laitteet, työpisteet, kulkureitit, varastot ja muut tarvittavat asiat sijoitetaan tehtaaseen. Tuotannon layoutiin sitoutuu usein aikaa, työtä sekä rahaa, eikä layoutin muuttaminen ole yleensä helppoa. Layout-päätökset ovat kuitenkin tuotannon kannalta tärkeitä, koska layoutilla on suuri merkitys tuotannon sujuvuuteen ja tehokkuuteen. /1/

3.1 Työnkulun huomioiminen layout-suunnittelussa

Ennen layoutin suunnittelua, olisi hyvä käydä työnkulut läpi. Kun työnkulut on hyvin suunniteltu, on layout helpompi tehdä niitä mukaillen. Työnkulun suunnittelu alkaa yrityksen tuotteista, toimintatavoista ja tuotantotilojen muodosta. Lisäksi täytyy ottaa huomioon työn tuottavuuden ajatusmalli, että niiden perusteella saadaan muodostettua tehokas ja tuottava layout. /3/

3.2 Layout-suunnittelun tavoitteet

Layout-suunnittelussa tulisi aina pyrkiä objektien optimaaliseen sijoitteluun, siten että sijoittelulla pyritään minimoimaan materiaalien siirtely, sekä hyödyntämään tehokkaasti yrityksen resurssien ja tilan käyttö. /2/

Hyvässä layout-suunnitelmassa kiinnitetään huomiota seuraaviin ominaisuuksiin:

- Layout vastaa yrityksen tämän päivän toimintaan.
- Materiaalivirtaukset ovat selkeät.
- Kustannukset minimoidaan ja tuotot maksimoidaan.
- Layoutin muunneltavuus.
- Työturvallisuuden huomiointi.
- Tilantarpeesta johtuvat rajoitteet minimoidaan.
- Siirtotarpeet ja siirtomatkat ovat lyhyet.
- Tehokas tilankäyttö. /3/

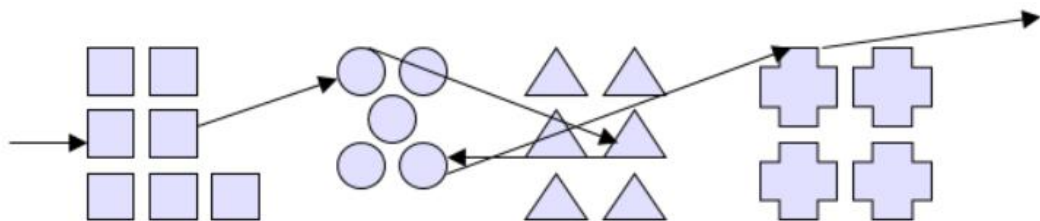
Layoutin suunnittelussa tulisi suunnitelmaan sisällyttää kaikki toiminta: tilat, laitteet, prosessit ja ihmiset. Suunnittelussa tulisivat prosessit, laitteet ja materiaalit järjestää toiminnan kannalta tehokkaasti ja turvallisesti. /3/

3.3 Layout-tyypit

Layout määräytyy usein tuotekirjon sekä tuotantovolyymien mukaan. Layout-tyypit voidaan jakaa prosessilähtöisiin, eli funktionaalisiin- ja tuotelähtöisiin layouteihin. /3/

3.3.1 Funktionaalinen layout

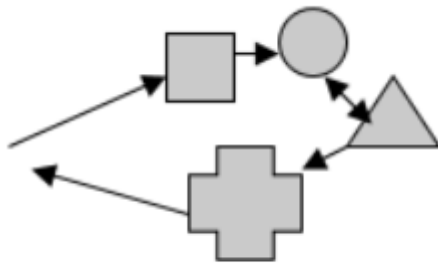
Prosessilähtöisissä, eli funktionaalisissa layouteissa, samat toiminnot ryhmitellään yhteen (**Kuvio 1.**). Esimerkiksi sorvaus, jyrsintä, hitsaus, kokoonpano ja pakkaus ovat omia osastojaan. Tällainen layout sallii laajan erilaisen tuotekirjon, mutta suurilla sarjoilla vaatii paljon ohjausta, koska materiaalivirrat voivat olla monimutkaisia, mikä johtaa isommilla sarjoilla helposti läpimenoaikojen pitkittymiseen. /1/



Kuvio 1. Funktionaalinen layout

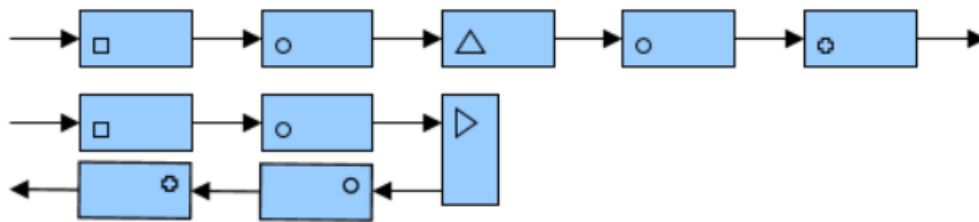
3.3.2 Tuotelähtöinen layout

Tuotelähtöinen layout on suunniteltu päätuotteiden luonnollisen valmistusjärjestyksen mukaan. Etenkin pienivolyymiseen tuotantoon sopiva ratkaisu on usein solutuotanto, jossa yksi solu sisältää tuotteen tai puolivalmisteen tekemiseen vaaditut toiminnot (**Kuvio 2.**). /1/



Kuvio 2. Solulayout

Tuotantolinja on myös tuotelähtöinen layout. Linja voi olla pakkotahtinen tai vapaatahtinen (**Kuvio 3.**). Pakkotahtinen linja soveltuu suurille tuotantovolyymeille kun tehdään samankaltaista tuotetta, se on mahdollista kehittää hyvin tehokkaaksi. Vapaatahtisessa linjassa tuotanto on järjestetty linjamaisesti, mutta materiaalin siirtyminen työpisteestä toiseen ei ole pakkotahtista, jolloin se sallii suuremman vaihtelun tuotteissa. /1/



Kuvio 3. Tuotantolinjalayout

3.4 Layoutin valinta

Ilman ulkopuolisia rajoittavia tekijöitä, sopivan layoutin valintaan vaikuttaa eniten yrityksen valmistamien tuotteiden määrä, sekä niiden sarjakoot. Kun valmistetaan suuria sarjoja, valitaan usein tuotantolinjamainen layout. Solulayout soveltuu hyvin joustavasti erityyppisten tuotteiden valmistukseen, kun tuotteita valmistetaan pienissä sarjamuodoissa. Funktionaalinen layout on sopiva kun valmistusmäärät ovat pienet, vaikka erilaisia tuotteita olisikin paljon, se on hyvä valinta yksittäiskappaleiden valmistukseen.

Isoissa tuotantolaitoksissa, joissa on suuri omavalmistusaste, layoutmalleja myös monesti yhdistellään toisiinsa. Yrityksellä voi osatuotanto tapahtua solulayoutin mukaan järjestetyssä tuotannossa, jonka jälkeen kokoonpano tapahtuu tuotantolinjalla. Erilaiset layout-mallit voivat siis olla toisiaan tukevia, eikä koko tuotantolaitosta tehdä ainoastaan yhdellä mallilla. /3/

4 LEAN JA 5S TUOTANNOSSA

4.1 Tehokkuusparadoksi

Monissa organisaatioissa keskitytään seuraamaan resurssitehokkuutta, eikä virtaus-tehokkuutta. Monesti ajatellaan, että kun yrityksellä on kaikki resurssit kuormitet-tuna, sillä menee hyvin. Tällaisella ajattelutavalla hyvin toimivalla organisaatiolla ei olisi ollenkaan vapaata kapasiteettia tuotannossa, koska sen kaikki resurssit ovat käytössä. Olkoonkin, että se organisaation kannalta on tavoiteltavaa, aiheuttaa se lean-ajattelussa asiakkaan kannalta ongelmia.

Resurssien täyden kuormituksen tuloksena syntyy usein uusia tarpeita, joita varten tarvitaan lisää resursseja, lisätyötä ja panostusta, joita virtaustehokkaassa organi-saatioissa ei tarvittaisi. Paradoksi on siinä, että huomion kokonaan kohdistaminen entistä tehokkaampaan resurssien hyödyntämiseen lisää työmäärää.

Yksi tehottomuuden lähde, eli pitkät läpimenoajat, ovat useasti seurausta liiallisesta keskittymisestä resurssitehokkuuteen. Pitkä läpimenoaika, jonka takia työ saattaa venyä, voi aiheuttaa toissijaisia tarpeita, joita ei alun perin ollut olemassakaan. Tämä aiheuttaa sen, että ensimmäisen työn pitkä läpimenoaika heijastuu seuraavan työn suorituksessa, mikä taas heijastuu sitä seuraavaan työhön, jolloin voimme pu-hua dominovaikutuksesta.

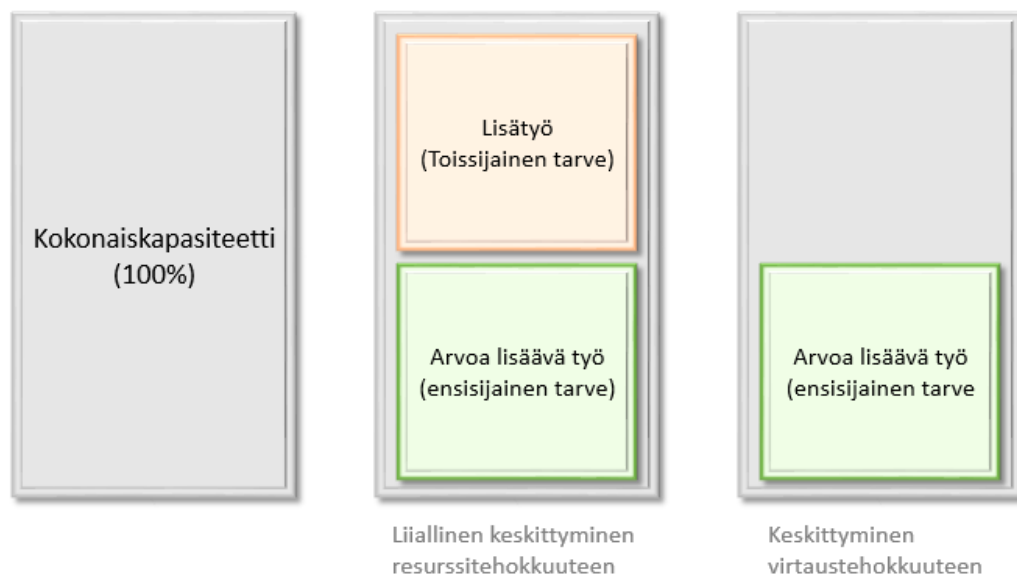
Toinen yleinen tehottomuuden lähde on monta virtausyksikköä. Se liittyy siihen, että monesti on tarpeen hoitaa monta työtä samaan aikaan ja se kytkeytyy läheisesti tehottomuuden ensimmäiseen lähteeseen, eli pitkiin läpimenoaikoihin. Mitä kau-emmin menee aikaa että työtä päästään suorittamaan, sitä enemmän työtä ehtii ka-saantua, jolloin monesti yritetään tehdä monta työtä samalla kertaa. Tuotantoyritys, jolla on pieni virtaustehokkuus saattaa huomata, että sen varastointitarve kasvaa, mikä aiheuttaa joukon toissijaisia tarpeita. Tarvitaan helposti lisää varastotilaa ja jos varastointipaikkoja alkaa olemaan ympäriinsä yrityksen tiloissa, aiheuttaa se li-sätyötä varaston hoitamisessa. Jos taas joudutaan varastoimaan esim. puolivalmis-teita, voi laatuongelmien paikantaminen ja korjaaminen olla haastavaa, jos loppu-tuotteessa havaitaan ongelmia. Liian monen asian samanaikainen hoitaminen luo

usein toissijaisia tarpeita ja tarve hoitaa monia asioita samanaikaisesti juontaa vasta keskittymisestä resurssitehokkuuteen. Esimerkiksi puolivalmiiksi valmistettua osaa joudutaan säilyttämään varastossa, jolloin se voi olla muiden materiaalien tiellä ja sitä joudutaan siirtelemään ja ehkä joskus tarpeen vaatiessa etsimäänkin. Tämä aiheuttaa toissijaisia tarpeita, eli ylimääräistä työtä.

Kolmas yleinen tehottomuuden lähde on uudelleen aloittamisen tarve. Kun keskitytään liikaa resurssitehokkuuteen, esiintyy tarvetta aloittaa tehtävä moneen kertaan. Jos esimerkiksi aamulla tulee vastaan monimutkainen työ, jonka piirustukset ovat monimutkaiset ja vaativat selvittelyä, voidaan helposti ottaa joku helpompi työ, että päästään aloittamaan työnteko. Kun sitten aloitetaan kerran jonoon laitettua työtä, joudutaan samat selvitykset aloittamaan taas alusta ja tekemään sama työ kahteen kertaan. Kun työ pannaan jonoon odottamaan vuoroaan, kokonaisuus luisuu helposti hallinnasta ja on palattava samojen tietojen pariin kerta toisensa jälkeen.

Tehtävän uudelleen aloittamisen tarve voi johtua myös siitä, että tehtävää siirrellään henkilöltä toiselle. Jos tehtävän on ehtinyt jo aloittaa henkilö, joka siirretään toisiin tehtäviin, joutuu tilalle tullut henkilö aloittamaan työn miettimisen ja suunnittelemisen taas alusta. Tämä heijastuu myös muihin henkilöihin, koska esim. esimies voi joutua antamaan ohjeistukset uudelleen. Tehtävän uudelleen aloittaminen luo siis toissijaisia tarpeita.

Lisätyö selittää tehokkuusparadoksin. Liiallinen resurssitehokkuuden korostaminen vaikuttaa virtaustehokkuuteen kielteisesti ja kun virtaustehokkuus kärsii, luo se luonnollisesti toissijaisia tarpeita. Vaikka kuvitellaan, että resursseja käytetään tehokkaasti, on työ kuitenkin tehotonta, koska suuri osa ajasta käytetään lisätyön ja arvoa tuottamattomien toimintojen parissa (**Kuvio 4.**). On siis mahdollista että suuri osa yrityksen työllistävästä työstä onkin pelkkää hukkaa.



Kuvio 4. Tehokkuusparadoksin selitys

Tehokkuusparadoksin ratkaisuvaihtoehto on lean-ajattelu. Keskitytään virtauksiin ja yritetään nähdä kokonaisuuksia, vältetään saarekeajattelua ja keskitytään asiakkaan tarpeisiin. Lean on osoittautunut monilla eri aloilla erittäin tehokkaaksi keinoksi poistaa hukkaa ja lisätyötä. /6/

4.2 Lean

Lean-ajattelu on Toyotan toimintatapoihin perustuva kokonaisvaltainen kehittämisfilosofia, jolla on usein ollut merkittävä rooli menestyvien yritysten kehittäessä toimintaansa. Lean-ajattelun perustana on asiakkaan arvo: Lean-ajattelussa yrityksen tärkeimpiä tehtäviä on tuottaa asiakkaille arvoa. Kun on määriteltynä, minkälaista arvoa asiakkaille halutaan tuottaa, voidaan eri toimintoja tarkastella arvontuotannon kannalta. Tuotannon kehittäminen lean-ajattelun mukaisesti tarkoittaa lyhennettynä sitä, että kun asiakkaan arvo on määriteltä ja tunnistettu arvoa tuottavat ja tuottamattomat tapahtumat, pyritään kaikki hukka eliminoimaan ja järjestelmään kaikki arvoa tuottavat tapahtumat mahdollisimman sujuviksi virtauksiksi. /5/

4.2.1 Virtaustehokkuus

Virtaustehokkuus on työtahokkuuden muoto ja se eroaa perinteisesti käytetystä resurssitehokkuudesta. Kun resurssitehokkuus on resurssien hyödyntämistä ja tarkoittaa siten resurssien mahdollisimman hyvää hyödyntämistä, virtaustehokkuudessa huomio kohdistuu jalostettavaan yksikköön. Yksikkönä on tuote, joka virtaa tuotannon läpi.

Virtaustehokkuus mittaa siis sitä, kuinka paljon virtausyksikkö jalostuu tietyssä ajanjaksona, eli esim. miten tehokkaasti messinkitanko on sorvattuna, toimitusvalmiina asiakkaalle. Virtaustehokkuustarkastelussa arvo määräytyy virtausyksikön näkökulmasta eli sen ajan mukaan, jona virtausyksikkö saa arvoa, eli kuinka suuri osuus tuotteen valmistumisajasta toi arvoa itse tuotteelle. /6/

Virtaustehokkuutta lasketaan kaavalla:

$$\frac{\text{arvoa tuottava aika}}{\text{kokonaisaika}} * 100 = \text{Virtaustehokkuus \%}$$

Virtauksen kehittämisessä on myös tärkeä ymmärtää siihen liittyvää vaihtelua ja poistaa ei-toivottuja hajontaa tuottavia lähteitä, näin prosessit saadaan toimimaan tasaisemmin ja varmemmin, mikä varmistaa hyvän laadun. Hyvän virtauksen edellytys on aina toiminnan yhdenmukaistaminen: luodaan samanlaiset toimintatavat, joita ylläpidetään ja kehitetään jatkuvasti. /5/

4.2.2 Prosessit

Jotta saisi käsityksen virtaustehokkuudesta, olisi tärkeää ymmärtää miten tuotantoprosessit tuotannossa toimivat, koska virtaustehokkuus syntyy niissä. Prosessissa viedään materiaali eteenpäin, jolloin materiaali jalostuu. Prosessissa eteenpäin vietävää (jalostettavaa) materiaalia sanotaan virtausyksiköksi. Olisi tärkeää, että prosessit määritellään virtausyksiköiden näkökulmasta, eikä itse toiminnan tai sen tapahtumien mukaan. /6/

Prosesseissa on sellainen tärkeä ominaisuus, että sen alku- ja loppukohdan voi itse määritellä niin kuin haluaa, eli päättää itse järjestelmän rajat. Voidaan siis päättää alkaako prosessi materiaalin tuomisesta tuotantoon, vai tuotannon esivalmisteluista, esim. oikeiden työkalujen vaihtamisesta. Järjestelmän rajojen määrittäminen on kuitenkin tärkeää, koska se vaikuttaa läpimenoajan mittaamiseen. Virtausyksikön läpimenoaika on yksi virtaustehokkuuden laskemisessa tarvittavista komponenteista. Läpimenoaika on yksinkertaisesti se aika, joka virtausyksiköltä kuluu kun se etenee määritellyn mukaisen prosessin alusta loppuun. /6/

Prosesseissa on aina vaihtelua. Syitä vaihteluun on loputtomasti, mutta ne voidaan luokitella kolmeen pääluokkaan:

- Resurssit: Koneet voivat mennä joskus rikki, mikä aiheuttaa vaihtelua prosesseissa. Myös työn suorittajien välillä on eroja, kokenut työntekijä tekee työnsä nopeasti ja rutiininomaisesti, kun taas aloittelija usein kokeilee erilaisia ratkaisuja lopputulokseen pääsemiseksi. Toisinaan työntekijä on motivoitunut ja toisinaan taas haluton työntekoon.
- Virtausyksiköt: Asiakas voi halutakin tuotteensa erilaisena kuin normaalisti. Erilaisten tuotteiden valmistuksessa voi esiintyä erityyppisiä ongelmia. Joidenkin tuotteiden valmistaminen kestää luonnostaan kauemmin kuin toisten.
- Ulkoiset tekijät: Työtä tulee valmistukseen epätasaisin väliajoin. Joidenkin tuotteiden valmistus voi olla hyvin kausiluonteista. Koneiden osien korjauskoneistukset tulevat yleensä varoittamatta ja niiden valmistumisella on asiakkaan osalta kiireinen aikataulu. /6/

4.2.3 Pullonkaulat

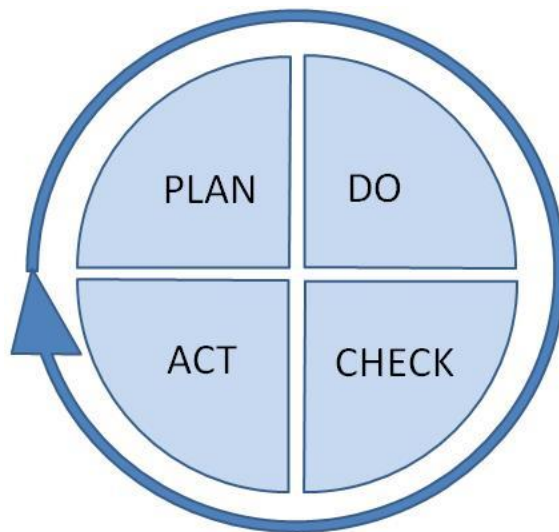
Pullonkaulojen lain mukaan prosessin läpimenoaikaan vaikuttaa eniten se vaihe prosessissa, jossa jaksonaika on pisin. Pullonkaula on verraten helposti ymmärrettävä ja tunnistettavissa oleva asia, koska pullonkaula on yleensä se prosessin vaihe, jossa läpivirtaus on pienintä.

Pullonkaulat lisäävät läpimenoaikaa, koska käsittelyyn pääsyä odottavista virtausyksiköistä muodostuu jonoa. Jos jaksonaikaa ei lyhennetä, virtausyksiköiden lisääminen prosessiin pidentää läpimenoaikaa. Koska kyse on odottamisesta, se ei ole arvoa tuottavaa aikaa. On yleensä 2 syytä siihen, että pullonkauloja pääsee synty-mään, joista ensimmäinen on siinä, että prosessin vaiheet pitää tehdä tietyissä jär-jestyksissä ja toinen on se, että prosessissa on vaihtelua. /6/

Kun pyritään suureen virtaustehokkuuteen, tulisi pullonkauloja välttää tai pyrkiä minimoimaan niiden vaikutus.

4.2.4 Jatkuva parantaminen

Yksi lean-ajattelun kulmakivistä on myös jatkuva parantaminen, eli hukkaa elimi-noidaan ja virtausta parannetaan jatkuvasti. Keskeisessä osassa jatkuvassa paranta-misessa on ihmisten osaamisen hyödyntäminen. On sanottu että suurinta hukkaa on ihmisen osaamisen käyttämättä jättäminen. Jatkuvan parantamisen toimivuuden tu-kena käytetään toiminnan mittaamista. Mittareiden ottaminen osaksi päivittäistä te-kemistä auttaa poikkeamien havaitsemista, sekä poikkeamien juurisyihin pureutu-mista ajoissa. Systemaattinen jatkuva parantaminen edellyttää sitä että ongelmia tutkitaan jotta ne ymmärretään huolellisesti, kehitetään ratkaisuvaihtoehtoja ja nii-den toimivuutta testataan sekä seurataan ja toimivat ratkaisut otetaan laajasti käy-täntöön. Systemaattinen jatkuva parantaminen tunnetaan myös käsitteenä PDCA-sykli (Plan-Do-Check-Act), jonka kehitti William Deming (**Kuvio 5.**). /5/



Kuvio 5. Demingin ympyrä

4.2.5 Just-In-Time ja Jidoka

Just-In-Time tähtää tuottavuuden kehittämiseen. JIT-mallisessa tuotannossa tehdään ainoastaan mitä tarvitaan, milloin tarvitaan ja miten paljon tarvitaan. Tuotteista tehdään laadukkaita eliminoimalla hukan syntyminen ja karsimalla epäjohtomukaisuudet ja tarpeettomuudet tuotannosta.

Just-In-Time tuotannossa:

- Tilauksen saapuessa, työmääräykset ja ohjeet on toimitettava tuotantoon mahdollisimman nopeasti.
- Prosessissa on valmiina kaikki välineet ja osat mitä työn suorittamiseen siinä prosessissa tarvitaan.
- Prosessiin täytyy tulla sama määrä materiaalia mitä prosessissa on käytetty.
- Prosessia edeltävällä prosessilla täytyy olla pieni puskuri työn suorittamiseksi ja se tuottaa vain sen verran materiaalia kuin seuraava prosessi tarvitsee.

Jidoka tukee Just-In-Time-mallin suorittamista ja se voidaan suomentaa ”ihmismäisen automatisointi”. Jidoka tarkoittaa sitä, että kun virhe havaitaan, tuotanto pysähtyy heti, jolloin vältetään virheellisen laadun tuottaminen. Kun virhe havaitaan,

poistetaan virheelliset tuotteet ja selvitetään ja korjataan ongelman aiheuttaja. Ai-noastaan laatukriteerit täyttävät tuotteet läpäisevät tuotannon.

Hyvin olennainen osa Jidokaa on informaation kulku. Koko henkilöstön on nähtävä miten organisaatiolla menee. Kun tilastot ja poikkeamat näytetään tiedotustauluilla, tietää koko henkilökunta milloin asiat tehdään oikein. Jidoka-mallin mukaisessa ajattelussa, jokainen työntekijä pystyy tarpeen vaatiessa operoimaan monessa eri prosessissa, mikä turvaa tuottavuutta, esimerkiksi konerikkojen sattuessa. /7/

4.3 5S

Tilanpuute on hyvin yleinen ongelma teollisessa tuotannossa. Työkaluja ja materiaaleja etsitään monesti päivittäin työtehtävien suorittamiseen. Todennäköisesti tilaa on kuitenkin tarpeeksi. Tilanpuutteen saattaa aiheuttaa se, että tuotannossa säilytetään sinne vuosien saatossa kertyneitä turhia työkaluja, koneita, osia ja tavaroita, jotka täyttävät kaikki varastointihyllyt ja kaapit. Silloin millekään ei ole tilaa eikä paikkaa ja tavaroiden etsimiseen menee kohtuuttomasti aikaa. Näkyvinä oireina on epäjärjestyksestä johtuvat tilan ahtaute, suuret varastot, pitkät selvittely- ja läpimeinoajat.

5S on alun perin japanilainen viisiportainen työympäristön organisointimenetelmä. Hiroyuki Hirano kehitti sen osana hänen kokonaisvaltaista lähestymistapaansa tuotantopistejärjestelmiin. 5S on kehitystyökalu, jonka avulla tuotantopiste organisoidaan toimivaksi. Se auttaa pääsemään eroon turhista tuotantoon kuulumattomista tavaroista ja helpottaa pitämään tarpeelliset tavarat ja työkalut ja siten koko työympäristön siistinä ja kunnossa.

5S ymmärretään usein väärin ja silloin sitä pidetään jonkinlaisena siivousohjelmana tai yksittäisenä parannuskampanjana. Se ei ole työtehtävien päälle liitettävä erillinen toiminto, vaan jokapäiväiseen työhön kuuluva toimintamalli. 5S-menetelmässä tuotantopisteeltä poistetaan ylimääräiset työkalut, materiaalit ja kaikki ne asiat, jotka estävät virtausta, eli joita ei tarvita sillä hetkellä tehtävän suorittamisessa. Työpisteet puhdistetaan ja kaikki tarpeellinen laitetaan järjestykseen. Menettely vaikioidaan ja siihen ennen kaikkea sitoudutaan yhdessä.

5S:n tarkoituksena on parantaa virtaustehokkuutta ja lyhentää läpimenoaikoja. Se sopii erinomaisesti tuotantoympäristöön kun halutaan poistaa hukkaa ja parantaa läpimenoaikoja sekä tehostaa virtausta. 5S on ensimmäisiä askelia kohti parempaa tuottavuutta, järjestelmällisyyttä, työturvallisuutta, laatua, ajallaan toimittamista, voittoa ja työntekijöiden sitoutumista. 5S-menetelmällä hukka tehdään helpommin havaittavaksi, että se voidaan poistaa.

5S-menetelmä näyttelee suurta roolia lean-ajattelun vakiinnuttamisessa, koska se on toiminnan parannuspohja, jossa parannetaan ja standardoidaan prosesseja. Menetelmän avulla organisaatiossa luodaan järjestystä ja tämä mahdollistaa muiden kehitystyökalujen ja tekniikoiden käyttöönoton. Usein 5S onkin ensimmäinen ns. lean-menetelmä, joka otetaan käyttöön lean-toimintaan siirtyessä. /4/

4.3.1 5S-portaat

5S menetelmässä on nimensä mukaisesti viisi vaihetta eli porrasta, jonka mukaan toiminnassa edetään.

1. Lajittelu: (Seiri, Sort)

Lajittelu, eli luopuminen tarkoittaa, että tuotantopisteeltä poistetaan kaikki ne esineet ja asiat, joita ei tarvita suoritettavaan työhön. Näitä ovat piirustukset, materiaalit, työkalut ja muut välineet ja tarvikkeet.

2. Järjestäminen: (Seiton, Store)

Järjestämisessä kaikelle tarpeelliselle järjestetään paikka ja paikat pidetään asianmukaisesti tunnistettuna ja merkittyinä, jolloin oikeat asiat pidetään oikeilla paikoillaan. Kun kaikelle on oma merkitty paikkansa, on esimerkiksi työkaluja nopea käyttää ja palauttaa helposti omille merkityille paikoilleen. Osien ja materiaalien nouto ja siirtely järjestetään turvallisuus ja ergonomia huomioon ottaen mahdollisimman helpoksi ja esteettömäksi, tällöin se on myös tehokasta. Järjestämisessä on säännöllisesti hyvä käyttää jatkuvan parantamisen Demingin ympyrää, jolloin paras mahdollinen käyttöjärjestys selviää ajan kanssa.

3. Puhdistaminen: (Seiso, Shine)

Puhdistamisessa työalue pidetään siistinä. Kaikki laitteet ja työkalut puhdistetaan ja luodaan tälle työlle standardijärjestelmä jolla taataan, että alueet ja siellä sijaitsevat koneet ja laitteet myös pysyvät hyvässä kunnossa ja siistinä. Puhdistaminen koskee myös työvaatteita, jolloin suojavarusteiden on oltava ehjät ja puhtaat.

4. Standardointi: (Seiketsu, Shine)

Standardointi liittyy kuhunkin ensimmäiseen portaaseen, mutta kaikkein vahvimmin se liittyy järjestämiseen ja puhdistamiseen. Alueille luodaan siisteystaso, jotta ne pidettäisiin siisteinä ja järjestyksessä. Siisteystasosta tehdään visuaalinen ja selkeä standardi, jolloin voidaan ottaa esimerkiksi mallikuva, jota käytetään referenssinä siisteystasossa.

5. Sitoutuminen: (Shitsuke, Sustain)

Sitoutuminen merkitsee sitä, että otetaan tavaksi ylläpitää oikeita toimintatapoja, eli käyttöönotettuja menettelyjä ylläpidetään ja ne otetaan osaksi jokapäiväistä toimintaa. Jokaisen työntekijän on siis tärkeä sitoutua ottamaan menettelyt rutiinikseen työn hoitamisessa. Sitoutuminen on 5S:n vaikein ja kaikkein arvokkain porras. Jos organisaatiossa ei sitouduta menetelmien noudattamiseen, unohtuu 5S-menetelmien noudattaminen päivittäisessä toiminnassa, jolloin kaikki muutkin 5S-osiot kaatuvat. Sitoutumatta jättäminen johtaa 5S-menetelmien epäonnistuneeseen käyttöönottoon, jolloin resursien käyttö on ollut turhaa.

5S-menetelmän myötä paranee myös turvallisuus (Anzen, Safety). Siisteys ja järjestys takaavat stabiilit ja turvalliset työskentelyolosuhteet. 5S-menetelmän käyttö tekee mahdolliset ongelmat ja riskitekijät näkyvimmiksi. Turvallisuus paranee kun siisteyden myötä, esimerkiksi laiteviat tulevat helpommin havaittaviksi. Tämä vaikuttaa siten myös suoraan tuotantolaitteiden toimintavarmuuteen, koska rikkoutumassa olevat osat on mahdollista havaita helpommin ajoissa. /4/

5S-menetelmän tuomia etuja on siis tuottavampi prosessi, koska se tuottaa vähemmän viallisia tuotteita. Määräajat saavutetaan paremmin, koska hukka pienenee ja läpimenoajat lyhenevät. 5S-menetelmässä puutteet, häiriöt ja muut poikkeavat tilanteet ovat helpommin havaittavissa. Myös työturvallisuusasiat korostuvat, koska hyvin järjestetty ja siisti tuotantolaitos on paljon turvallisempi ja miellyttävämpi paikka työskennellä. /4/

5 LAYOUTIN SUUNNITTELU

Tässä osiossa perehdytään työn toteuttamiseen. Osiossa käydään läpi, mitä työkaluja suunnitteluun käytettiin, miten ratkaisuihin päädyttiin ja mitkä olivat niihin vaikuttavat tekijät.

5.1 Työn aloitus

Layoutin suunnittelutyö aloitettiin tutustumalla yrityksen konekantaan sekä tuotantotiloihin. Työ aloitettiin dokumentoimalla jokaisesta koneesta fyysiset mitat, sekä arvioitiin jokaisen koneen tarvitsema tila sen operoimista ja huoltamista varten.

Kun koneet oli dokumentoitu, mitattiin suunnitellun tuotantotilan mitat, jotta layoutin mallintaminen voitaisiin aloittaa. Tuotantotila pysyisi siis muuten ennallaan, mutta yhtä seinää siirretään 10 m sisäänpäin, jolloin tuotantotila pienenee 100 m² ja yrityksellä vapautuu tilaa vuokratyökaluun.

5.2 Ohjelmistot

Työn suorittamiseen käytettiin Microsoft Exceliä esivalmisteluihin, sekä Autodesk Factory Design Suitea itse layoutin suunnitteluun.

5.2.1 Microsoft Excel

Ennen kuin layoutin mallintamista voitiin aloittaa, oli saatava varmuus siitä, että yrityksen konekanta tulisi toimivasti mahtumaan pienennettyihin toimitiloihin. Tämä ratkaistiin luomalla Excel-taulukko (**Taulukko 1.**). Taulukkoon syötettiin toimitilojen pinta-ala ja laskettiin jokaisen koneen pinta-ala, sekä niiden käytön vaatimat pinta-alat, jolloin voitiin verrata tilan käyttöä.

Taulukko 1. Koneiden asennuksen pinta-alatarve

MK-koneistus Oy - tuotannon koneiden tarvitsema pinta-ala			
Toimitilojen pinta-ala	270	m ²	
Koneiden pinta-ala:			Koneiden pinta-alan tarve:
01. Bridgeport-jyrsinkone	5,98	m ²	16,38 m ²
02. TOS NC-sorvi	4,59	m ²	13,53 m ²
03. Induma-jyrsinkone	2,72	m ²	8,64 m ²
04. TOS-man.sorvi	3,6	m ²	13,8 m ²
05. Strömberg pylväspora	1	m ²	2,8 m ²
06. Hiontakeskus	1,12	m ²	5,76 m ²
07. Daito-vannesaha		m ²	11,9 m ²
08. TOS-pitkäsorvi	5,52	m ²	12,76 m ²
09. Wasino cnc-sorvi	6,63	m ²	17,05 m ²
10. Csepel-säteispora	2,2	m ²	9,36 m ²
11. AAR-pora	23,68	m ²	29,24 m ²
12. Froriep-karuselli	7,5	m ²	15,4 m ²
13. Hydrauliprässi	0,9	m ²	3,96 m ²
14. Köping-jyrsinkone	4,4	m ²	11,52 m ²
15. BoKö CNC-jyrsinkone	9,6	m ²	24,36 m ²
16. Hitsauspiste	1,26	m ²	2,38 m ²
Koneiden pinta-ala yht.	80,7	m ²	198,84 m ²
Vapaaksi jäävä pinta-ala	189,3	m ²	71,16 m ²
Koneiden osuus lattiapinta-alasta	29,9	%	
Käyttöpinta-alan tarve lattiasta	73,6	%	

Taulukosta voitiin arvella, että lattiapinta-alaa jää tarpeeksi käytäville, varastointi-hyllyille ja kokoonpanotilalle, koska kun koneet sijoitetaan vierekkäin, voidaan niiden tarvitsemia operointi- ja huoltotilan tarpeita yhdistellä.

Kun oltiin varmoja siitä, että koneet mahtuvat pienennettyyn tilaan, voitiin aloittaa itse layoutin suunnittelu.

5.2.2 Autodesk Factory Design Suite

Layoutsuunnitteluun on olemassa monia erilaisia ohjelmistoja. Tähän työhön valikoitui ohjelmistoksi Autodeskin factory Design Suite lähinnä siksi, että Autodesk tarjoaa korkeakouluopiskelijoille ohjelmistojaan ladattavaksi opiskelijalisenssillä, sekä Autodeskin suunnitteluohjelmistot olivat VAMK konetekniikan koulutusohjelmasta tuttuja.

Autodesk Factory Design Suite on 2D- ja 3D-yhteentoimiva sovellusratkaisu tuotantolaitoksen layoutsuunnitteluun. Factory Design Suite laajentaa Autodesk AutoCAD- ja Inventor-ohjelmistot kokonaisuudeksi, jolla pystyy hyvin nopeasti hallitsemaan layout-mallintamisen. Ohjelmistolla voi luoda 2D-layoutpohjan ja mallintaa sen 3D muotoon tuotantolaitteineen ja materiaalivirtauksineen. Ohjelmistoa ei kuitenkaan käytetty tässä työssä materiaalivirtauksien mallintamiseen, johtuen kohteen laajasta tuotekirjosta ja pienestä valmistuskapasiteetista.

Työtä aloitettaessa määriteltiin, että layout-suunnitelman olisi tärkeintä olla hyvin selkeä ja johdonmukainen. Autodesk Factory Design Suite-ohjelmisto täytti nämä vaatimukset hyvin.

5.3 Layout-mallin valinta

Layoutiksi valikoitui luvun 3 teoriaosuuden mukaan funktionaalinen, eli prosessilähtöinen layout, jolloin samat toiminnot pyritään sijoittamaan yhteen. Teoriaosuuden mukaan funktionaalinen layout sopii parhaiten MK-Koneistus Oy:n toimintamuotoon, koska yritys valmistaa yleensä yksittäisiä, räätälöityjä kappaleita ja mahdolliset sarjat ovat kooltaan hyvin pieniä.

5.4 Layoutin suunnittelu

Layoutin suunnittelu aloitettiin mallintamalla ensin tuotantotilojen tuleva pohjaratkaisu AutoCAD Architecturella. Factory Design Suite-ohjelmistosta löytyvä AutoCAD Architecture sopi tuotantotilojen mallintamiseen todella hyvin, koska ohjelmasta löytyi valmiina mm. seinät, ikkunat ja ovet. Lopulta myös koneiden muo-

dot luotiin Architecturella, koska koneiden täydelliseen mallintamiseen olisi kulu-
nut huomattava määrä työn resursseista ja ohjelmassa oli hyvä työkalu muotojoen
luomiseen. Ainoastaan aarporan muodot luotiin osittain Audodesk Inventorilla,
koska huomattiin, että sen vaihdepään todellisia muotoja pystyi hyödyntämään te-
hokkaasti muiden koneiden sijoittelussa, aarporan työstöpuoli tosin jätettiin muo-
toilematta. Koska Layout-malliksi oli valikoitunut funktionaalinen layout, lähdet-
tiin koneiden sijoittelua suunnittelemaan siten, että samantyyppiset koneet sijaitsi-
sivat aina yhdessä.

Yrityksellä on käytössä seinässä materiaalin syöttöluukku, josta materiaali tulee ul-
kopuolen varastosta sahalle ja sahauksen jälkeen siirtyy ympäri hallia sijaitseville
koneille tuotantoon. Tuotantotilojen pienentyessä saha jää reunimmaisimmaksi lait-
teeksi ja sitä ei ajateltu lähteä siirtämään vaan ajateltiin, että materiaalivirtauksista
tulee kaikkein selkeimmät, kun materiaali virtaa toisesta päästä tuotantoa sisään ja
valmiina tuotteena toisesta päästä ulos. Sahan läheisyyteen ajateltiin sijoittaa sorvit,
koska sahalta tulee eniten materiaalia sorveille.

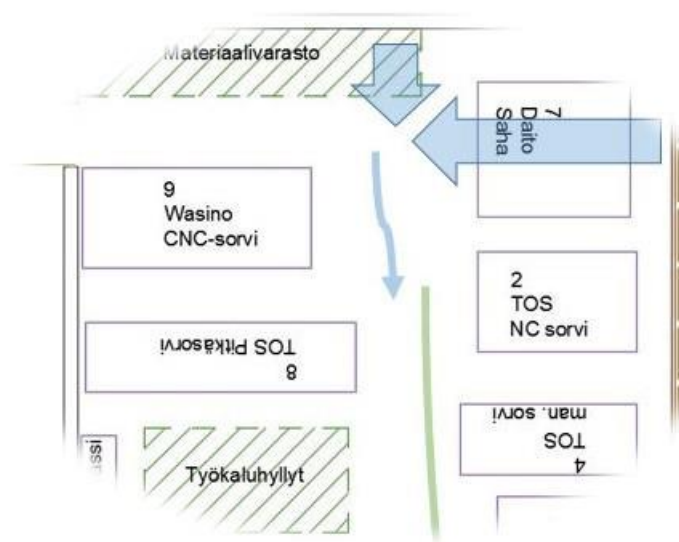
Koneita sijoitellessa huomasi, että tässä kyseisessä tapauksessa suurin rajoittava te-
kijä oli tuotantotilan ahtaus, tai pikemminkin sen kapeus. Koska osa sorveista on
hyvin pitkiä, on ne hankala sijoittaa teoriaosuuden mukaisesti ja jokaisessa
layoutissa jouduttiinkin tekemään kompromisseja. Kahdessa layout-mallissa jou-
duttiin jättämään Bridgeportin cnc-jyrsinkone ensimmäiseksi koneeksi sorvien kes-
kelle, koska sille ei löytynyt niissä tilaa muualta. Wasino cnc-sorvissa on lastunkul-
jetin, joka tulee 1,5 m sorvin takapästä pitkälle ja aiheuttaa siten suurta tilantar-
vetta. Yhdessä layoutissa lastunkuljetin jouduttiinkin jättämään pois sorvista, mutta
muissa vaihtoehtoissa pyrittiin löytämään ratkaisu, että se pysyisi käytössä. Koneet
saatiin lopuksi jokaisessa layout-suunnitelmassa sijoiteltua suhteellisen hyvin nou-
dattamaan funktionaalista layout-mallia. Muutamia kompromisseja jouduttiin teke-
mään tilojen ahtaudesta sekä koneiden kokojen asettamista rajoituksista johtuen.

Layoutit suunniteltiin 1:100 mittakaavassa, jolloin valmiita piirustuksia on helppo
lukea koneita sijoitellessa ja piirustus mahtuu A4-kokoiselle paperille. Koneiden

sijoittelu voidaan täten mitata suoraan piirustuksista, vaikkapa ihan rullamittaa käyttäen.

5.5 Materiaalivirtaukset

Materiaalivirtauksia mietittiin samalla kun layoutia suunniteltiin. Materiaalivirtoja miettiessä tehtiin huomio, että funktionaalinen layout on tässä ratkaisussa todella toimiva virtauksien kannalta. Materiaalivirtaukset ovat, varsinkin sorvauksen kannalta, yhdensuuntaisia, eikä raaka-aineita ja valmiita kappaleita tarvitse liikutella edestakaisin, joten sillä pitäisi olla myönteinen vaikutus tehokkuuteen (**kuvio 6.**).



Kuvio 6. Sorvausprosessin materiaalivirtaukset, jossa siniset nuolet merkitsevät tulevia materiaalivirtauksia ja vihreät lähteviä.

5.6 Materiaalivarasto

Ylijäävälle materiaalille sijoitettiin kaikissa ratkaisussa sahanviereiselle seinälle materiaalivarasto, jonne materiaali saadaan säilöttyä seuraavaa erää varten. Koska yli jäävän materiaalin varastointi on sijoitettu sahan välittömään läheisyyteen, vältetään raaka-aineiden edestakaiselta kuljettamiselta. Välivaraston tila on sen verran pieni, ettei sen tilalle olisi voinut sijoittaa esimerkiksi tuotantolaitteita.

5.7 Käytävät

Käytäviä pitkin siirrellään usein merkittävä osa tuotannossa käytettävistä materiaaleista ja mitä toimivammat käytävät ovat, sitä parempi on materiaalin virtaus. Lähtökohtana suunnitelmissa on keskellä hallia sijaitseva noin 2 m leveä trukin mentävä käytävä, jonka kautta on helppo operoida käytävän kummallekin puolelle sijoittuvia koneita. Paineilmaletkuille ja sähköjohdoille olisi omat reitit ja ne pidettäisiin pois lattialta. Käytävät maalataan, jolloin ne ovat visuaalisesti helpommin havaittavissa ja siten niiden auki pitäminen on helpompaa.

5.8 Työkaluhyllyt

Yksi olennainen tekijä oli saada työkaluhyllyjen sijoitus keskeiselle paikalle tuotannossa. Työkaluhyllyihin varastoidaan mm. sorvien pakat, jotka saattavat olla isoja ja painavia, joten niiden siirtely vaihtotyötä tehdessä tulisi olla mahdollisimman vaivatonta.

5.9 Kokoonpanotila

Koska yritys koneistustöiden ohella suunnittelee ja valmistaa tilauksesta erilaisia tuotannon apuvälineitä, oli myös tälle toiminnalle jäätävä tarpeeksi tilaa. Kokoonpanotila sijoitettiin hallilajennokseen, jossa on valmiina savukaasun poistolaitteet, jolloin kaikki kokoonpanotöissä tarvittavat laitteet, kuten hitsaus- ja hiontapisteet, saadaan kokoonpanon ympärille ja saadaan samalla poistettua ilmanlaatua heikentävä hiontapöly.

Koska kokoonpanotiloihin ei sijoitu kuin yksi työstökone, jäi sinne myös hyvin tilaa kokoonpanossa tarvittavien työvälineiden varastointiin.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella yritykselle uusi layout. Layoutin suunnittelun tarkoituksena oli luoda yrityksen tiloihin toimiva järjestys, joka parantaisi työn tehokkuutta ja työturvallisuutta.

Layout-suunnitelma toteutettiin ottamalla huomioon layout-suunnittelun teoriaosuus ja olemassa olevat rajoitukset. Suunnitelmaa tehdessä huomattiin, että tilan puute sanelee kuitenkin suurimman osan koneiden sijoittelussa, eli ihan täysin optimaalista ratkaisua ei pystytty tekemään. Jokaisesta layoutista tuli kuitenkin toimivalta tuntuvia kokonaisuuksia ja käytettävän suunnitelman valinta riippuukin pitkälti siitä, mitä asioita haluaa tuotannossa painottaa.

Layout 3:sta tuli ehkä se versio, minkä itse ottaisin käyttöön. Layout 3 noudattaa eniten funktionaalista layout-mallia ja siinä huomaakin jo materiaalivirtojen selkeydestä, että se on todennäköisesti tehokkain järjestelmä. Myös kunnolliset, toimivat käytävät olivat yksi tämän työn ensimmäisistä tavoitteista. Olen saanut työskennellä 15 vuotta erilaisissa tuotantolaitoksissa ympäri maailmaa ja olen huomannut, että toimivat käytävät ovat elinehto tehokkaalle tuotannolle.

Työ oli mielenkiintoinen ja mukava toteuttaa, mikä myös opetti tekijäänsä todella paljon. Haluankin lausua kiitokset yrittäjä Markku Korpelalle, mielenkiintoisen työn tarjoamisesta. Kun yritys tulee yhdistämään uuden layout-mallin ja 5S-menetelmän uskon, että uudesta tuotantotilasta tulee viihtyisä ja tehokas.

LÄHTEET

- /1/ Tuotannon layout. Logistiikan Maailma verkkosivu. Viitattu 4.4.2016.
http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tuotannon_layout
- /2/ Md. Riyad Hossain, Md. Kamruzzaman Rasel & Subrata Talapatra. 2014. Increasing Productivity through Facility Layout Improvement using Systematic Layout Planning Pattern Theory. Global Journal of Researches in Engineering: J General Engineering. Volume 14 Issue 7. Global Journals Inc. (USA)
- /3/ Greene, J. 2013. Plant layout and facility planning. ed. two. Amazon
- /4/ 5S-menetelmä. Six Sigma verkkosivu. Viitattu 6.4.2016.
<http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-aessaen-kehitystyoeekalu/>
- /5/ Lean-ajattelu. Logistiikan Maailma verkkosivu. Viitattu 5.4.2016.
<http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Lean-ajattelu>
- /6/ Modig Niklas, Åhström Pär. 2013. Tätä on LEAN: Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Rheologica AB
- /7/ Toyota Production System. Toyotan verkkosivu. Viitattu 5.4.2016.
http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/

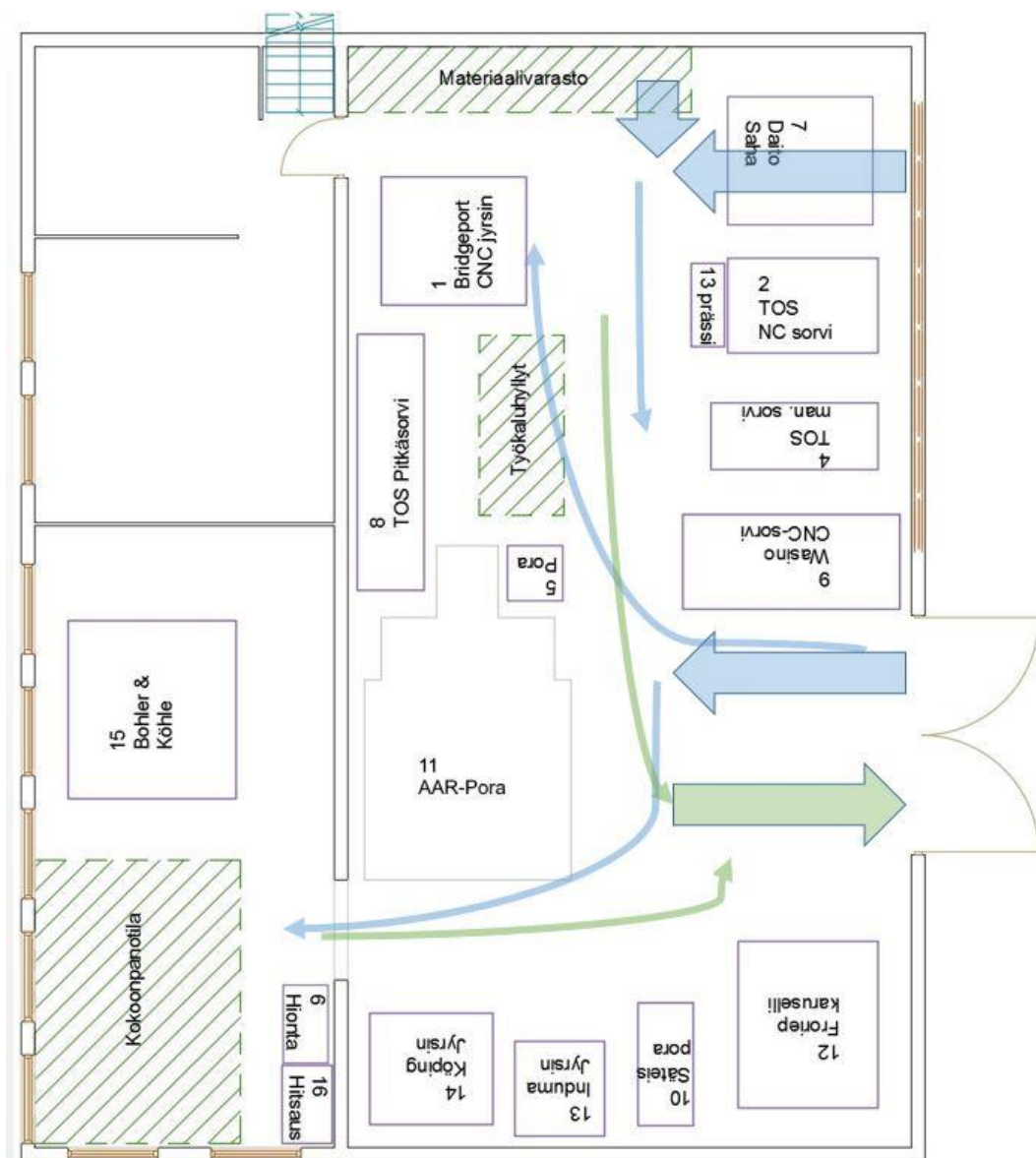
LIITE 1

Yrityksen layout 1



LIITE 2

Yrityksen layout 1:n materiaalivirrat



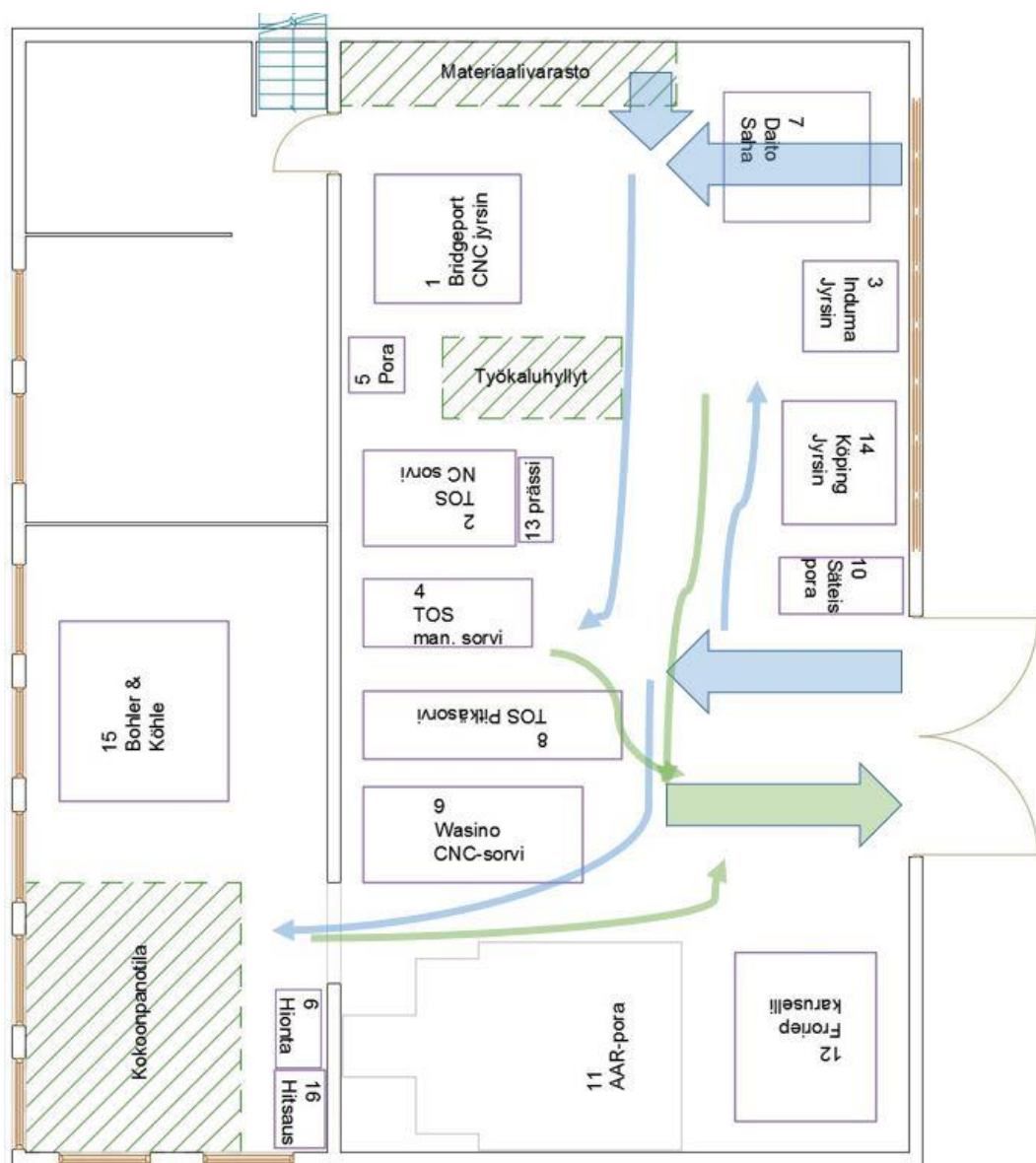
LIITE 3

Yrityksen layout 2



LIITE 4

Yrityksen layout 2:n materiaalivirrat



LIITE 5

Yrityksen layout 3



LIITE 6

Yrityksen layout 3:n materiaalivirrat

